

1.

1. Numa tubulação escoar água ($\mu=1,003 \times 10^{-3}$ Ns/m²; $\rho=1000$ kg/m³) a uma velocidade de 0,05 m/s. Determine se o escoamento é laminar ou turbulento se o diâmetro da tubulação for de 4,0 cm, 4,5 cm e 5 cm.

$$(4,0 \text{ cm}) \quad Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu} = \frac{1000 \cdot 0,05 \cdot 0,04}{1,003 \times 10^{-3}} \Rightarrow Re = 1994 \quad (\text{laminar})$$

$$(4,5 \text{ cm}) \quad Re = \frac{1000 \cdot 0,05 \cdot 0,045}{1,003 \times 10^{-3}} \Rightarrow Re = 2243 \quad (\text{transição})$$

$$(5,0 \text{ cm}) \quad Re = \frac{1000 \cdot 0,05 \cdot 0,05}{1,003 \times 10^{-3}} \Rightarrow Re = 2492 \quad (\text{turbulento})$$

2.

2. Um tanque esférico de diâmetro 2,0 m é enchido completamente com Glicerol ($\rho=1,26$ g/cm³) em 90 minutos. Calcule a vazão em l/s, kg/min e N/hora.

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 \Rightarrow V = \frac{4}{3} \pi \cdot 1^3 \Rightarrow V = 4,19 \text{ m}^3$$

$$t = 90 \text{ min} \Rightarrow t = 90 \times 60 \Rightarrow t = 5400 \text{ s}$$

$$Q = \frac{V}{t} \Rightarrow Q = \frac{4,19}{5400} \Rightarrow Q = 7,76 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q = 0,776 \text{ l/s}$$

$$Q_m = \rho \cdot Q$$

$$\rho = 1,26 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 1,26 \cdot \frac{0,001 \text{ kg}}{10^{-6} \text{ m}^3}$$

$$\rho = 1260 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$Q_m = 1260 \cdot 7,76 \times 10^{-4} \Rightarrow Q_m = 0,978 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$Q_m = 0,978 \cdot 60 \Rightarrow Q_m = 58,7 \text{ kg/min}$$

$$Q_G = g \cdot Q_m \Rightarrow Q_G = 9,8 \cdot 0,978$$

$$Q_G = 9,584 \frac{\text{N}}{\text{s}} ; Q_G = 9,584 \times 3600$$

$$Q_G = 3,45 \times 10^4 \text{ N/h}$$

3

3. Um cilindro de óleo de diâmetro 4 metros e altura 6 metros está $\frac{2}{3}$ cheio e precisa ser esvaziado. Quantos minutos uma bomba com capacidade de 6 litros por segundo levará para fazê-lo?

$$V = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h \Rightarrow V = \frac{\pi \cdot 4^2}{4} \cdot 6 \Rightarrow V = 75,4 \text{ m}^3$$

$$V_f = \frac{2 \cdot 75,4}{3} \Rightarrow V_f = 50,3 \text{ m}^3 = 50.300 \text{ l}$$

$$Q = \frac{V}{t} \Rightarrow t = \frac{50.300}{6 \cdot 60} \Rightarrow t = 140 \text{ min}$$

(4)

4. Uma piscina de 5,0 m x 6,0 m de laterais e 1,5 m de profundidade é enchida em 5 horas. Um trecho da tubulação tem 100 mm de diâmetro.

- a) Determine se o fluxo é laminar ou turbulento.
 Água: $\mu = 1,003 \times 10^{-3} \text{ N.s/m}^2$, $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$.
- b) Determine o diâmetro mínimo do tubo para garantir um fluxo laminar, $Re < 2000$.
 Resposta: 1,59m

$$V = 5,0 \times 6,0 \times 1,5 \Rightarrow$$

$$V = 45 \text{ m}^3$$

$$t = 5 \times 3600 \Rightarrow$$

$$t = 18.000 \text{ s}$$

$$Q = \frac{V}{t} \Rightarrow Q = \frac{45}{18000} \Rightarrow Q = 2,5 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \Rightarrow A = \frac{\pi \cdot 0,1^2}{4} \Rightarrow A = 7,85 \times 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$Q = N \cdot A \Rightarrow N = \frac{2,5 \times 10^{-3}}{7,85 \times 10^{-3}} \Rightarrow N = 0,318 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$a) Re = \frac{\rho \cdot N \cdot D}{\mu} \Rightarrow Re = \frac{1000 \cdot 0,318 \cdot 0,1}{1,003 \cdot 10^{-3}}$$

$$Re = 3,17 \times 10^4 \therefore \text{turbulento}$$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

$$Q = N \cdot A \Rightarrow N = \frac{Q}{A}$$

$$N = \frac{Q \cdot 4}{\pi D^2}$$

$$Re = \frac{\rho \cdot N \cdot D}{\mu} \Rightarrow Re = \frac{\rho \cdot \frac{Q \cdot 4}{\pi D^2} \cdot D}{\mu}$$

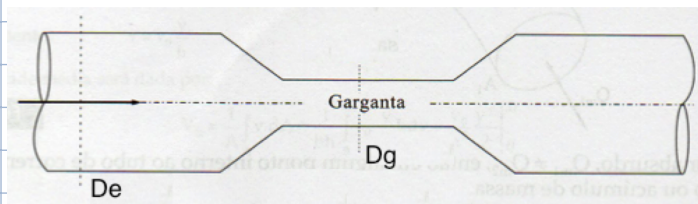
$$D = \frac{4 \cdot \rho \cdot Q}{\mu \cdot \pi \cdot Re} \Rightarrow D = \frac{4 \cdot 1000 \cdot 2,5 \times 10^{-3}}{1,003 \times 10^{-3} \cdot \pi \cdot 2000}$$

$$D = 1,59 \text{ m}$$

5

Exemplo

5. A velocidade de entrada de um fluido no sistema abaixo é de 3,0 m/s. (a) Calcule a velocidade do diâmetro menor (garganta) do tubo de Venturi abaixo, sendo $D_e = 5,0$ cm e $D_g = 2,0$ cm e (b) supondo o fluido com $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$ e $\mu = 7,1 \cdot 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}$, calcule o regime de turbulência na entrada e na garganta.



$$a) Q_e = v_e \cdot A_e$$

$$Q_e = 3,0 \cdot \frac{\pi \cdot 0,05^2}{4} \Rightarrow Q_e = 5,89 \times 10^{-3} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$Q_e = Q_g$$

$$5,89 \times 10^{-3} = v_g \cdot \frac{\pi \times 0,02^2}{4}$$

$$v_g = 18,75 \text{ m/s}$$

$$b) Re = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$Re_{\text{entrada}} = \frac{850 \cdot 3,0 \cdot 0,05}{7,1 \times 10^{-2}} = 1,80 \times 10^3$$

$$Re_{\text{Garganta}} = \frac{850 \cdot 18,75 \cdot 0,02}{7,1 \times 10^{-2}} = 4,5 \times 10^3$$